

Análisis e interpretación sedimentaria de la Formación de Nablanca (Eoceno, Zona Prebética)

Por R. M. ALVAREZ SUÁREZ (*) y C. J. DABRIO (**).

RESUMEN.

En el norte de la Provincia de Granada los materiales eocénicos afloran bajo dos facies diferentes que se denominan como dos Formaciones: facies de calizas (Formación de Cañada Hermosa) y, hacia el Sur, facies margosas y lutíticas con algunas calizas detríticas intercaladas (Formación de Nablanca). Existe un cambio de litofacies desde el Norte (facies calizas) hacia el Sur (facies margosas) y, al mismo tiempo, la potencia se incrementa notablemente.

En este trabajo se estudiarán la composición, textura, fósiles y estructuras sedimentarias primarias, a fin de obtener la interpretación sedimentaria de la Formación de Nablanca.

Se considera que la más adecuada sería un medio marino de plataforma abierta, con una marcada influencia continental debida a un ambiente deltaico fluvio-marino (prodelta).

Finalmente, se proponen varias hipótesis para explicar la distribución paleogeográfica de la región.

ABSTRACT.

In the North of the Province of Granada, eocenic materials outcrop under two different facies, which are named as two Formations: limestone facies (Cañada Hermosa Formation) and, southwards, marly and lutitic facies with some detritic limestone interbedded (Nablanca Formation). There exists a lithofacies change from North (limestone facies) towards South (marly facies) and, at the same time, the thickness notably increases.

In this paper, we shall study composition, texture, fossils and primary sedimentary interpretation of Nablanca Formation.

We consider that the most suitable would be a marine open shelf environment with a marked continental influence, due to a fluvio-marine deltaic environment (prodelta).

To conclude, we propose several hypothesis to explain the palaeogeographic distribution of the area.

I. INTRODUCCIÓN.

Los materiales eocénicos de la región de Pontones-Puebla de Don Fadrique y sus alrededores, aparecen bajo dos litofacies principales: litofacies de calizas, que integran la Formación de Cañada Hermosa y litofacies de lutitas y margas o Formación de Nablanca, definidas ambas por DABRIO (1972).

La distribución superficial y las relaciones espaciales de ambas, han sido indicadas por diversos autores (GARCÍA MONDEJAR, 1970; FOUCAULT, 1971; DABRIO, 1972; ALVAREZ SUÁREZ, 1973 y DABRIO, in litt.), en cuyos trabajos se recogen, además, los datos más recientes sobre la geología de la región.

Al Sur de la Puebla de Don Fadrique, el recubrimiento por materiales neógenos y, algo más al Sur, el frente de cabalgamiento de las Unidades intermedias y subbéticas, desplazadas hacia el N-NE una dis-

tancia, no conocida con exactitud, pero del orden de varias decenas de kilómetros, impiden la observación.

En este trabajo se aborda el análisis e interpretación sedimentaria de la Formación de Nablanca, y se ofrecen hipótesis sobre su significado y situación paleogeográfica.

II. ESTRATIGRAFÍA DE LA FORMACIÓN DE NABLANCA.

II. 1. Generalidades.

La Formación de Nablanca se definió para denominar los materiales detríticos y carbonatados de edad eocénica al Norte de la Puebla de Don Fadrique, que es su área tipo (DABRIO, 1972).

La extensión superficial de sus afloramientos es considerable. En la figura 1 se indica para el área tipo,

(*) Departamento de Geología. Colegio Universitario de Córdoba.

(**) Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

pero en éstos se prolongan, aún, varios kilómetros hacia el Este, sin cambios apreciables en sus características litológicas.

Hacia el suroeste, en la región de Castril, afloran también materiales eocénicos calizos y margosos, cuyas características son similares a las que aquí se des-

Se trata de un cambio de facies que se realiza en menos de 2-3 km. Hacia el Noroeste, el Eoceno está representado por series calizas, como las de Cañada Hermosa y Arroyo del Cerezo, entre otras (DABRIO, 1972). En el límite Sur de la Hoja de Santiago de la Espada (22-36 del M. M. E.), las series eocénicas in-

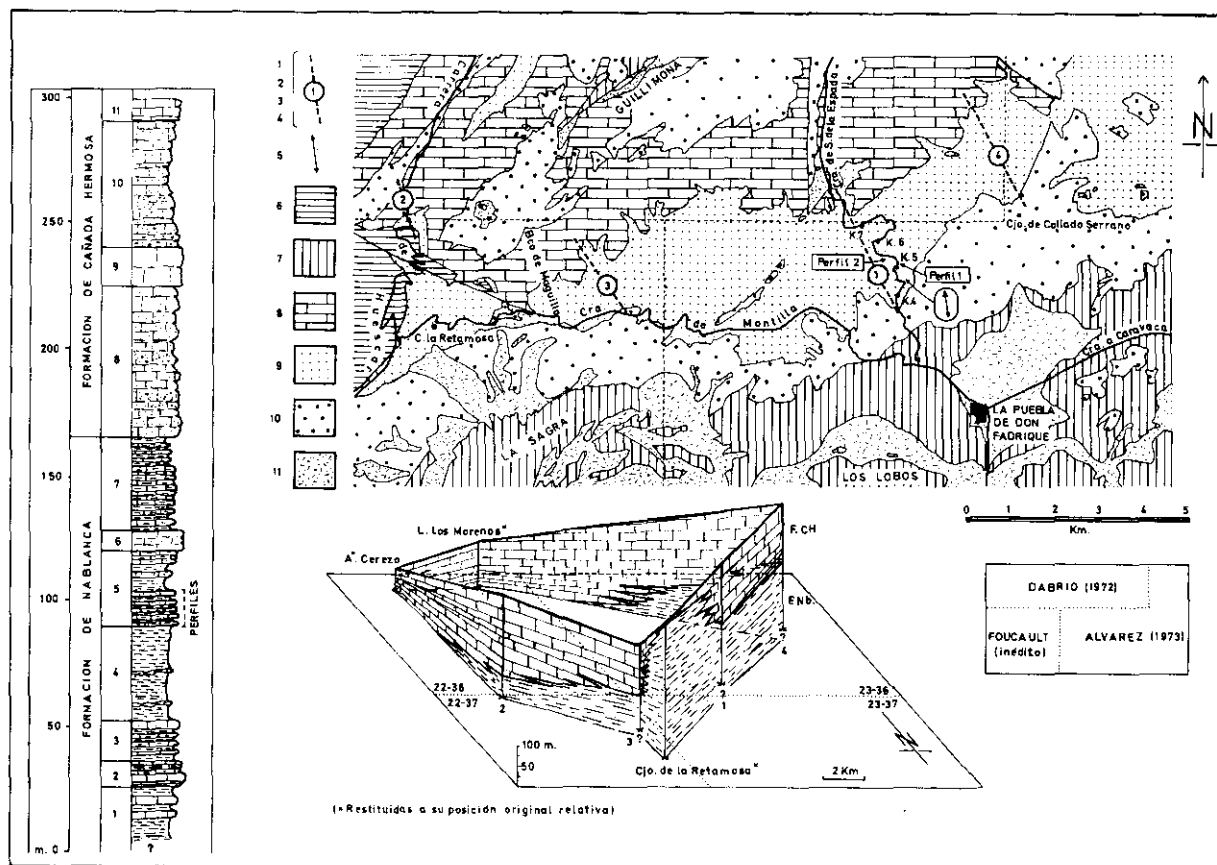


Fig. 1.—1. Serie de la carretera de Huéscar.—2. Serie de Barranco de Maguillo.—3. Serie de la carretera de Santiago de la Espada (Corte tipo de la Formación de Nablánca).—4. Serie de Collado Serrano.—5. Direcciones de Paleocorrientes (sentido desconocido).—6. Materiales mesozoicos prebéticos.—7. Materiales mesozoicos de las Unidades intermedias y de la Zona Subbética, indiferenciados.—8. Materiales eocénicos de la Formación de Cañada Hermosa.—9. Id. de la Formación de Nablánca.—10. Neógeno.—11. Cuaternario, indiferenciado.

criben (GARCÍA MONDEJAR, 1970). Se les considera pertenecientes a las dos formaciones antes indicadas. No existen, sin embargo, afloramientos de litofacies margosas, entre las dos regiones, que permitan asegurar la continuidad lateral de los materiales atribuidos a la Formación de Nablánca.

En cuanto a sus relaciones con la Formación de Cañada Hermosa (litofacies-caliza), han sido indicadas por GARCÍA MONDEJAR (1970) en los alrededores de CASTRIL y por FOUCAULT (1971), DABRIO (1972), DABRIO (in litt.) y ALVAREZ SUÁREZ (1973) al Oeste y Norte de la Puebla de Don Fadrique, respectivamente.

cluyen materiales de las dos formaciones, de las cuales la de Nablánca ocupa una posición inferior y se va haciendo progresivamente más potente, como en las series de la Carretera de Huéscar y en la serie tipo (DABRIO, 1972 y ALVAREZ SUÁREZ, 1973). Menos de dos kilómetros al Sur, las series están integradas tan sólo por términos margosos (FOUCAULT, 1971).

El cambio de facies va acompañado de un notable aumento de potencia, según se esquematiza en la figura 1.

A continuación se exponen los resultados del estudio del corte tipo, que luego se extenderán a todas las series estudiadas en la región.

II. 2. Descripción de la serie tipo.

Para su estudio se ha diferenciado un conjunto de niveles, todos concordantes entre sí, que de muro a techo son:

1. Margas amarillentas con intercalaciones de calizas algo arenosas. Potencia mínima, 17 m. (no se observa el muro).

2. Margocalizas con intercalaciones de calizas arenosas. Color pardo. Potencia, 10 m.

3. Margas amarillentas, con intercalaciones de margocalizas y, hacia el techo, algunas calizas arenosas con abundantes *Nummulítidos*. Potencia, 16 m.

4. Margas amarillentas, con algunas intercalaciones finas (1-4 cm.) más duras, de aspecto arrosariado en corte. Existen nódulos piritosos y algunas segregaciones de yeso microcristalino. Potencia, 38 m.

5. En la base, alternancia de margas y calizas arenosas de color marrón o pardo. En los niveles calizos se observan laminaciones y numerosas estructuras orgánicas (*burrows*).

Sobre ella, margas amarillentas en las que intercalan algunas calizas arenosas. Contienen numerosos *Lamelibranchios*, mal conservados.

En la parte superior margocalizas de color azulado. Potencia total, 29 m.

6. Calizas arenosas grises, con pátinas pardo-amarillentas. La estratificación es poco visible. Las huellas de organismos son muy abundantes. Potencia, 10 m.

7. En la base, margas con una intercalación de caliza arenosa. El resto, margocalizas y margas, en las que los contactos entre los estratos no son netos. El color es gris-azulado. La bioturbación es muy intensa y ha quedado preservada en forma de pistas fósiles, con excelentes ejemplos, orientadas en todas direcciones. Potencia total, 37 m.

Sobre estos niveles, concordantemente, afloran las calizas de color crema de la Formación de Cañada Hermosa, en las que, de muro a techo, se distinguen:

8. Calizas arenosas, que localmente llegan a areniscas de cemento calizo. El tamaño de la fracción detrítica alcanza los 3 cm. Potencia, 60 m.

9. Calizas de aspecto masivo, con abundantísimos *Foraminíferos*, cuya potencia es de 16 m.

10. Calizas arenosas y areniscas de cemento calizo. Incluyen cantos de cuarcita, cuyo tamaño es, incluso, 8 cm. de diámetro máximo. Potencia, 50 m.

11. Calizas micríticas, bien estratificadas, con *Gastropodos*. Potencia mínima, 20 m.

II. 3. Composición.

Destaca el carácter marcadamente carbonatado de todos los materiales de la Formación de Nablanka. Los valores más bajos se encuentran en algunas de las lutitas del nivel 5, con sólo el 37 % de carbonatos, correspondiendo el resto a fracción detrítica fina. Los niveles margosos contienen entre el 52 y 62 % (aunque hay una muestra que supera el 70 %), los margocalizos alrededor del 70 % y los calizos entre el 65 y 85 %.

La fracción terrígena está en proporciones muy variables. Se ha estudiado, especialmente, en los niveles de margocalizas y calizas, en los que se obtienen, como resultados generales, que el cuarzo es predominante, existe una pequeña proporción de feldespatos y son escasos los fragmentos de rocas. Concretamente, en la base del nivel 5, la fracción terrígena alcanza hasta el 45 % del total de la roca. Por término medio los valores más frecuentes son: cuarzo, 25-30 %; feldespatos, 5-10 % y fragmentos de rocas, menos del 4 %. El resto es carbonatado.

La fracción pesada es muy escasa en todas las muestras. La integran, mayoritariamente, los minerales opacos (menas metálicas casi exclusivas) y menos del 1 % (del total de minerales pesados) de turmalina, estauroлита y andalucita.

II. 4. Texturas.

Son muy variables de los niveles de calizas y margocalizas, a los margosos. En los primeros son bio- o intraesparitas, en las que los intraclastos son fósiles fragmentados. En ocasiones los fósiles superan los 2 mm.

Las láminas talladas en el nivel 5 ponen de manifiesto un ordenamiento de los elementos texturales, que responde a la laminación observada macroscópicamente. La bioturbación destruye, parcialmente, esta disposición. Aunque las trazas de los fósiles están rellenas del mismo material que el resto de la muestra, en ellas aparece desordenado, con menor tamaño de los elementos texturales —especialmente bioclastos— y mayor contenido en fracciones finas.

Los niveles margosos son bioesparitas, biomicritas y micritas con fósiles, todas muy arcillosas.

Los fósiles encontrados en todas las muestras son marinos. Esencialmente se trata de *Foraminíferos* y restos de *Equinodermos* y *Lamelibranchios*.

II. 5. Estructuras.

La estratificación se pone de manifiesto, sobre todo, por el contenido en carbonatos, que produce diferencias de compacidad y resistencia a la erosión. Los contactos entre los estratos son poco netos, excepto en la parte inferior del nivel 5. La estratificación, en

gran escala, tiene mucha continuidad lateral, pero es difícil, con frecuencia, seguir los estratos individuales.

Se han encontrado estructuras sedimentarias primarias debidas a organismos (pistas y tubos) y de origen físico. Entre éstas las hay de ordenamiento interno (graduación y laminación paralela) y en la base de los estratos (debidas a carga y a la acción de corrientes).

En la base del nivel 5 parecen todas ellas asociadas y su estudio sistemático se ha efectuado levantando varios perfiles detallados de los propuestos por BOUMA (1962), dos de los cuales se incluyen en la figura 2.

En los demás niveles de la serie las principales estructuras sedimentarias representadas son las debidas a organismos. Se han localizado, además, laminaciones (de color y granulometría), poco evidentes en general.

II. 5.1. Estructuras sedimentarias debidas a organismos.

Son muy abundantes en toda la serie, en especial desde el nivel 5 hasta el techo de la serie (núm. 7). Es de destacar que se hacen extraordinariamente abundantes en la parte media y superior del nivel 7.

Para su estudio se ha contado con los datos de HÄNTZSCHER (1962), PETTIJOHN y POTTER (1964), Chambre syndicale... (1966) y RICCI LUCCHI (1970).

En función de su situación y orientación se diferencian dos tipos: de superficie (pistas), tanto en el muro como en el techo, e internas, las cuales penetran en el estrato, perturbando la estratificación, que corresponden a tubos o madrigueras.

II. 5.1.1. Superficiales.—*No rectilíneas*: Son huellas unilobadas, de relieve positivo, especialmente de muro, en forma de cordones de continuidad variable, que se atribuyen a *Vermiglyphos*, según el Essai de Nomenclature... (Chambre syndicale... 1966), que también indica que no hay acuerdo en cuanto a su origen, atribuido a pistas de reptación, a defecación de gusanos y a madrigueras. No parecen ser litorales, aunque se desconoce su máxima batimetría.

Por nuestra parte, pensamos que pueden interpretarse como huellas de alimentación (*Foraging tracks*, SEILACHER, 1967) debidas a los recorridos irregulares de los organismos productores, en busca de alimento.

Rectilíneas: Son unilobadas, de mayor envergadura, ya que alcanzan 1,5 m. de longitud y 3 cm. de anchura. Aparecen en relieve positivo, sin ornamentación y, con cierta preferencia, en el techo de los estratos. Algunas de ellas tienen forma de Y.

Se les interpreta como huellas de desplazamiento por arrastre (*crawling tracks*, SEILACHER, 1967), que indican tan sólo un desplazamiento del organismo productor. Más dudosas son las de forma de Y, en las

que la falta de cualquier carácter indicador de polaridad del movimiento del organismo, imposibilita diferenciar si se trata de una bifurcación o, por el contrario, una convergencia, así como el significado concreto de las mismas.

II. 5.1.2. Internas.—*Tubos simples, rectilíneos*: Se disponen, preferencialmente, paralelos a la estratificación y son más evidentes en los estratos duros (v. g., los calizos del nivel 5). Sus dimensiones son variables, alcanzando 1,5-2 m., con un diámetro máximo de 2-3 cm. Son de sección elipsoidal, con el eje menor en un plano vertical.

Se trata de túneles excavados, para buscar alimento, por organismos (*feeding burrows*, SEILACHER 1967), cuya pauta de movimiento se caracteriza por su constancia en el trazado horizontal.

Existen también tubos perpendiculares u oblicuos a la estratificación, cuyas dimensiones son mucho más reducidas, pues no suelen superar los 30 cm. de longitud. Por esta causa, no se puede decir en la mayoría de los casos, si se trata realmente de tubos rectos o bien son trozos de otros con forma de U, J o Y. Hacia esta posibilidad parece apuntar su escasa continuidad.

Tubos simples, no rectilíneos: Los estudios en sedimentos actuales tienen formas que pueden resumirse en tres principales: U, J e Y. Se deben a la actividad de organismos perforantes, tales como crustáceos, gusanos arenícolas y anélidos y parecen indicar medios muy litorales.

En la Formación de Nablanca es difícil decir con certeza a qué forma son asimilables, pues muchos están fragmentados. Los tipos más frecuentes son, sin embargo, los de forma de U o J. No presentan relieves internos ni ornamentación. El grosor suele ser bastante homogéneo y su sección un tanto aplanada. En ningún caso se ha podido observar la embocadura de la perforación. Tampoco se ha podido comprobar si existió algún tipo de recubrimiento de las paredes.

Por su trazado y disposición, puede tratarse de túneles excavados con fines alimenticios o como madrigueras (*feeding o dwelling burrow*, SEILACHER, 1967).

Tubos simples helicoidales: Son huellas de grosor constante, inferior al centímetro y longitud variable, que se extienden helicoidalmente a través de los estratos, con un recorrido vertical. Se atribuyen a túneles excavados por organismos, probablemente vermiformes, en busca de alimentos.

Tubos complejos ramificados: Se trata de unas huellas, en relieve negativo, de trazado sinuoso y ramificado, que se localizan tanto en las superficies como en el interior de los estratos, con orientación variable. Su tamaño es pequeño, dado que no sobrepasan los 2 mm. de anchura.

Pueden, con reservas, atribuirse a *Fucoides* o *Chondrites*, en virtud de su morfología. Los *Fucoides*, para

algunos autores, se deben a la actividad de animales (gusanos limnivoros), que se desplazarían por el sedimento sin volver a pisar su huella preexistente. Abundan en las series estratigráficas con sedimentos finos.

El hecho de que conserven tal sólo las huellas sugiere que se trata de organismos de esqueleto fácilmente destructible (*¿Crustáceos?*) o sin esqueleto (*Gusanos*). BRAITHWAITE y TALBOT (1972), han estudiado *burrows* de *Crustáceos*, sin encontrar un criterio que permita atribuirlos a especies determinadas por su morfología.

II. 5.2. Estructuras sedimentarias de ordenamiento interno.

Están limitadas al nivel 5 de la serie (fig. 1). En el resto de la misma se reconocen, con alguna dificultad, laminaciones.

Su frecuencia, disposición y asociaciones, se indican, gráficamente, en los perfiles de la figura 2.

No se han encontrado estructuras de *current ripples* ni *convolute lamination*.

II. 5.2.1. *Estratificación graduada*.—La parte basal de los niveles calizos muestra, a menudo, un intervalo de estratificación graduada de espesor variable, manifestada por la ordenación de tamaños de los Foraminíferos, apreciable a simple vista.

II. 5.2.2. *Laminación paralela*.—Está muy bien representada en los estratos calizos de la parte inferior del nivel 5. Se debe a la alternancia regular de láminas con diferente tamaño de grano, tanto de los elementos texturales aloquímicos como de los terrígenos.

Al estudiar al microscopio se aprecia la existencia de dos tipos de láminas. Unas están constituidas casi exclusivamente por fósiles, con muy pocos granos terrígenos y con un tamaño de grano medio del orden de 0,5 mm. Las otras contienen hasta el 30 % de terrígenos, los fósiles son menores y están, en general, muy fragmentados y el tamaño de grano medio es de 0,1 mm.

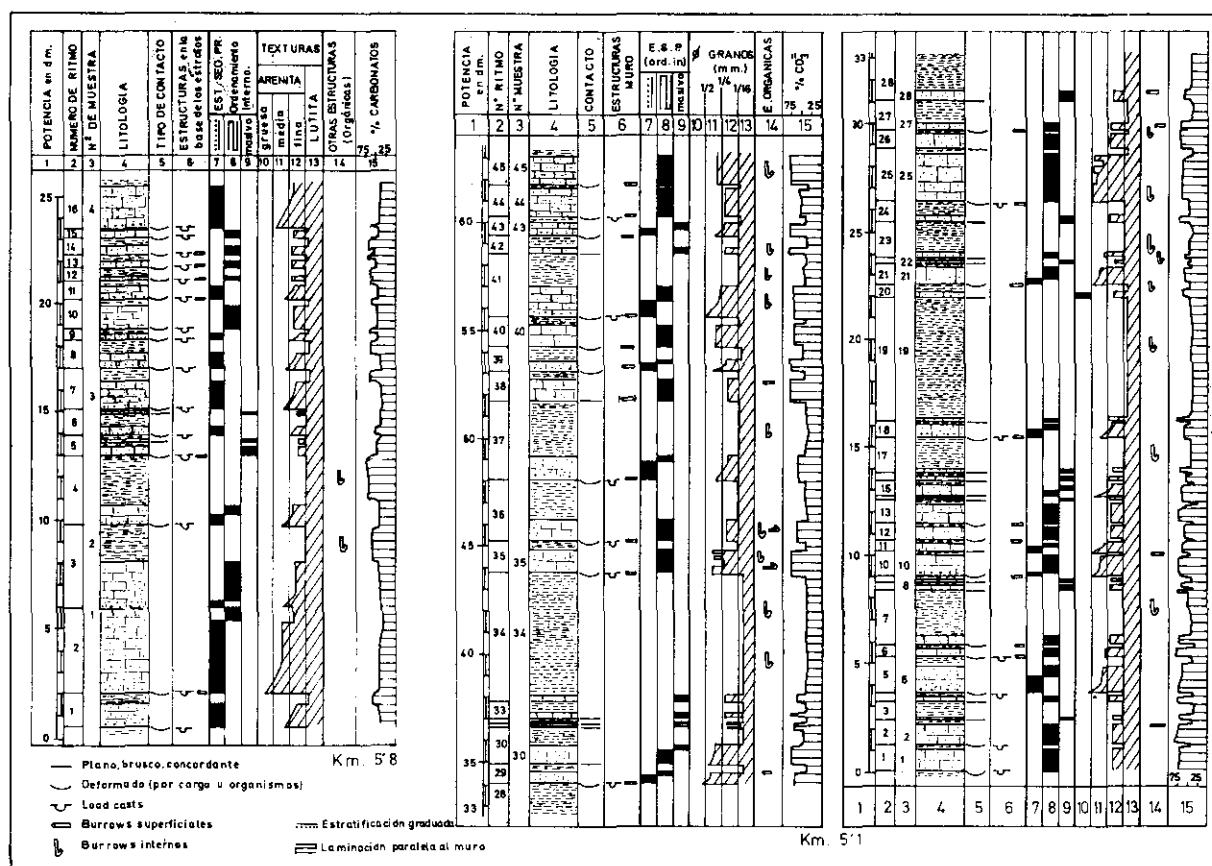


Fig. 2.—Perfiles de detalle, levantados en la base del nivel 5. El de la derecha de la figura corresponde al kilómetro 5,1 de la carretera de Puebla de Don Fadrique a Santiago de la Espada y el de la izquierda al kilómetro 5,8 de la misma carretera.

Pueden encontrarse, en el mismo estrato, alternancias de dos o más tipos de laminación, definidos por los tamaños de grano de las partículas integrantes de los grupos de láminas y por el espesor de las láminas (fig. 2, capa 25).

En el resto de la serie se localizan ejemplos de laminaciones de color o de diferente tamaño de grano. Son difícilmente observables, entre otras causas, por la alteración superficial debida a la meteorización.

II. 5.3. Estructuras en la base de los estratos de calizas.

II. 5.3.1. *Debidas a corrientes.*—Se han localizado tan solo en el kilómetro 4,4 de la carretera a Santiago de la Espada (fig. 1) en términos equivalentes al nivel 5.

Se trata de relleno de huecos dejados por objetos que son arrastrados por la corriente sobre un fondo blando (*tool marks*). En nuestro caso, son marcas continuas, aisladas, muy rectilíneas y de sección regular (*groove casts*).

Nos ha parecido observar un *prod cast* (*tool mark* discontinuo), pero muy mal representado y aislado. No se han podido tener en cuenta.

II. 5.3.2. *Estructuras de carga.*—Son muy frecuentes. Consisten en deformaciones irregulares de la base de los estratos, a las cuales se adaptan las estructuras internas de los mismos. En algunos casos llegan a afectar tan intensamente los estratos más duros, que se interrumpe su continuidad y se producen estructuras almohadilladas (*pillow structures* de POTTER y PETTJOHN, 1963). En ninguno de estos fenómenos interviene la erosión.

II. 5. Secuencias de estructuras.

Como se ha indicado anteriormente, tan sólo las estructuras debidas a organismos están presentes en toda la serie estratigráfica de la Formación de Nablanka. El único nivel en el que las estructuras aparecen asociadas es en el 5, en el que se han levantado los perfiles de la figura 2.

La secuencia más compleja es la constituida por un término inferior graduado y, sobre él, otro con laminación paralela.

La más frecuente, sin embargo, es la integrada solamente por laminación paralela. Más rara es la que comprende únicamente graduación, no siempre bien apreciable.

II. 7. Paleocorrientes.

Se han podido realizar, tan sólo, seis medidas sobre los *groove casts* descritos anteriormente, en términos

equivalentes a las representados en los perfiles de la figura 2. Las direcciones encontradas se reparten en un abanico que comprende las direcciones N 10° E a N 45° W. En ningún caso se ha podido determinar el sentido de las corrientes que los produjeron.

El *prod cast* citado, parecía indicar un sentido hacia el Sur, pero sin contar con otros que demuestren que, en efecto, se trata de semejante estructura, no es conveniente prestarle una atención decisiva.

A pesar de la observación cuidadosa en el resto de los niveles de la serie, no se han podido determinar ninguna dirección más.

II. 8. Fósiles y edad.

La asociación de organismos fósiles es muy similar en todas las muestras.

En los niveles margosos se han efectuado levigados, de los que unos han resultado estériles y los demás han proporcionado fósiles escasos, banales y en mal estado de conservación. Por ello, se ha concentrado la atención en los niveles calizos y margocalizos. En ellos, la asociación en lámina delgada es muy constante en todos los niveles y comprende: *Discocyclina* sp., *Nummulites* sp., *Amphistegina* sp., *Rotalia* sp., *Lenticulina* sp., *Textularidae*, Algas coralíneas, etc. En algunas muestras se encuentran *Briozoa*. En todas las muestras aparecen *Ostrácodos*.

A partir del nivel 3 se incorpora *Fabiania cassis* (Opphenein).

Se determinan, además, secciones de *Lamelibranchios*, de *Serpúlidos* y de placas y radiolas de *Equinidos*.

En la parte media y superior del nivel 5 son abundantes los *Lamelibranchios*, no determinables dado su mal estado de conservación.

En cuanto a la Formación de Cañada Hermosa, las muestras estudiadas en este corte contienen la misma asociación, aunque se ha podido determinar específicamente algunos ejemplares de *Discocyclina pratti* (Michelin).

De los datos anteriores se deduce una edad Luteciense superior-Biarritziense (Eoceno medio) para las dos formaciones, al menos desde el nivel 3 de la de Nablanka.

Además, se han estudiado las faunas de los cortes indicados en la figura 1, que coinciden con los expuestos. El contenido fosilífero aumenta hacia el Oeste. En la carretera de Huéscar, FOULCAULT (1971) pone de manifiesto, sobre los materiales senonenses, los paleocénicos (dudosos). Sobre ellos data directamente el Ypresiense-Luteciense (Eoceno inferior-medio). DABRIO (1972) data los materiales inferiores de la Formación de Nablanka, como Ypresiense superior, en función de *Globorotalia aragonensis* Nutall.

En Barranco de Maguillo, FOULCAULT (1971) data en los materiales de la Formación de Nablanka desde el Luteciense al Priabonense (Eoceno medio y su-

perior). ALVAREZ SUÁREZ (1973) data el Ypresiense-Luteciense en la parte inferior y, sobre él, el Luteciense superior-Biarritzense, en función de *Discocyclina sella* (D'Archiac), *Discocyclina* sp. cf. *D. nummulitica* (Gümbel), *Asterodiscus cuvillieri* (Neumann), *Actinocyclina radians* (D'Archiac).

Al Este del corte tipo, la serie de Collado Serrano, muy poco fosilífera, contiene, en lámina delgada, *Globigerina* sp., *Globorotalia* sp., *Foraminíferos* arenáceos y otros *Foraminíferos* indeterminables. En levigado se encuentran *Ostrácodos*. La edad se deduce por continuidad lateral, ya que esta fauna es banal.

Estas faunas son de edad semejante a las que se encuentran en afloramientos eocénicos calizos de la Formación de Cañada Hermosa y equivalente en otros puntos del Norte y Noroeste de esta región (DABRIO 1972, JEREZ MIR 1973 y GARCÍA HERNÁNDEZ 1973 e in litt.).

En conclusión, se deduce que las formaciones de Cañada Hermosa y Nablancia son de la misma edad y se relacionan por un cambio de facies lateral que se efectúa en muy pocos kilómetros.

III. INTERPRETACIÓN SEDIMENTARIA.

III.1. Datos de observación.

De la exposición anterior y el análisis de los afloramientos eocénicos en el conjunto de las Sierras del Segura, se deducen, para la Formación de Nablancia, los siguientes datos:

- Litológicamente, está integrada por margas y lutitas en las que se intercalan calizas y margocalizas detríticas arenosas.
- La fracción terrígena tamaño arena, presente en toda la formación, se hace mayoritaria hacia el Oeste-Noroeste, hasta el punto de que en la carretera de Huéscar, son abundantes los niveles arenosos.
- Existen indentaciones calizas de hasta 6-8 m. de espesor, si bien la potencia media de los bancos es de 20 cm. A menor escala, dentro de las margas, se encuentran niveles calizos masivos, poco potentes (menos de 5 cm.) de forma lenticular.
- Son muy abundantes las estructuras debidas a organismos. En algunos casos la bioturbación es tan intensa que llega a destruir la estratificación.
- Se aprecia un empobrecimiento progresivo de la fauna hacia el Este, que se realiza en pequeña distancia. En algunos niveles abundan los *Lamelibranchios*, en mal estado de conservación.
- En el nivel 5 se encuentran estructuras sedimentarias primarias de origen físico, que se agrupan en secuencias. Predominan las secuencias graduación-laminación y laminación paralela simplemente.
- En el resto de la serie existen laminaciones, aunque poco evidentes.

- Si bien se han podido medir direcciones de paleocorrientes, que se distribuyen entre las direcciones N 10° E y N 45° W, han sido infructuosos los intentos de determinar el sentido de las mismas.
- Hacia el Norte y Noroeste cambia lateralmente a series calizas, pertenecientes a la Formación de Cañada Hermosa.
- El cambio de facies va acompañado de una notoria variación de potencias, que aumentan bruscamente hacia el Sureste.
- Los materiales terrígenos de la Formación de Cañada Hermosa se distribuyen de una forma anómala en relación con la línea de costas, que se situaba muy al norte, pues los tamaños de grano aumentan hacia el Sureste (DABRIO 1972).
- El recubrimiento neógeno discordante y el cabalgamiento hacia el Norte de las unidades intermedias y subbéticas impiden estudiar la continuación de la Formación de Nablancia, al Sur de la Puebla de Don Fadrique.

III.2. Discusión.

La sedimentación de los materiales que estamos considerando está regida por una subsidencia importante, responsable de su gran potencia. Lateralmente se interdigitan con otros formados en medios más estables, de plataforma continental (zona nerítica).

En el apartado anterior se han expuesto los rasgos sedimentológicos más característicos que se desprenden de este estudio.

La intensa bioturbación, sin los fósiles de los organismos que la originaron, sugiere medios de poca profundidad. Como más apropiados se piensa en dos: las *llanuras de mareas (tidal flat)*, o bien ambientes marinos no muy profundos con influencia deltaica; concretamente los ambientes *fluvio-marinos más externos* que, además, suelen ir acompañados de apreciable subsidencia, que producen depósitos potentes en la vecindad de otros de reducido espesor, con facies propias de plataforma continental.

III.2.1.

El depósito en las llanuras de marea se lleva a cabo en tres subambientes (REINECK y SINGH, 1973). En relación con los niveles de mareas, se distinguen *supratidal* (por encima de la marea alta), *intertidal* (entre mareas) y *subtidal* (por debajo de la marea baja).

La ausencia de restos de raíces de plantas que entremezclan los sedimentos y de estratificación irregular u ondulada, permite descartar el primero de ellos.

En el segundo se encuentran frecuentes discordancias erosivas a diversas escalas y marcas indicadoras de emersiones, en el techo de estratos, así como estratificaciones cruzadas de pequeñas dimensiones. Hay

alternancias del tipo de estratificación *flaser* y lenticular, con estratos arenosos y limosos finamente interestratificados. Como datos orgánicos destacan la gran cantidad de organismos y la intensa bioturbación. Se encuentran niveles de conchas de moluscos en posición de vida.

Los terceros son, sobre todo, depósitos de canales y arenas de barra. Los canales disecan sedimentos más antiguos. Se tienen, pues, discordancias erosivas de gran escala.

De todas estas estructuras tan sólo las debidas a organismos se parecen a la de la Formación de Nablanka, en la que no se han encontrado ninguna de las demás enunciadas. Los niveles ricos en *Lamelibranchios*, no llegan a poseer la abundancia necesaria para ser considerados bancos, ni parecen estar en posición vital.

OLLERO (con. pers.) ha encontrado al sur de Barranco de Maguillo, niveles lenticulares formados por *Foraminíferos*, especialmente *Discocyclinidos*, de gran tamaño, cuya formación no parece muy propia de los medios que se están considerando.

En consecuencia, dada la falta de estructuras físicas se estiman insuficientes los criterios a favor y se desechan, también, los ambientes *intertidal* y *subtidal*.

III. 2.2.

Si consideramos un ambiente deltaico o al menos con influencia deltaica, han de desecharse los de llanura deltaica, a causa de la falta de semejanza de los materiales y estructuras sedimentarias que se producen en los mismos, con los de la Formación de Nablanka (consúltense, v. g., KOLB y VAN LOPIK 1966, GOULD 1970, ALLEN 1965, 1970, etc.).

La consideración de los ambientes fluvio-marinos (en el sentido de KOLB y VAN LOPIK, 1970), especialmente en las cercanías de la plataforma continental abierta (*open shelf*) o nerítica, se estima que puede arrojar luz sobre el problema de la atribución de los materiales que se están estudiando.

El sistema de frente deltaico se caracteriza por sedimentos de tamaño arena-limo, con estructuras sedimentarias típicas (COLEMAN y GAGLIANO, 1965). Más hacia el mar se extiende el *prodelta* (FISK, McFARLAND, KOLB y WILBERT, 1954). Es un área donde se depositan materiales finos, que está íntimamente relacionada con la progradación (avance hacia el mar) del sistema deltaico. Sus sedimentos típicos son lutíticos que, en dirección al mar abierto, bien sea en la dirección del río o en sentido lateral respecto a él, pasan a los neríticos, de los que son, en muchas ocasiones, difíciles de diferenciar.

Como criterio pueden emplearse la presencia, en los sedimentos prodeltaicos, de laminación paralela y lenticular e, incluso, localmente, laminación cruzada.

Estas estructuras se encuentran en la parte más cercana a tierra. Hacia el mar, la textura se unifor-

miza y pueden encontrarse solamente algunas laminaciones paralelas. Estas no siempre son apreciables a simple vista, pero en muchas ocasiones resaltan nítidamente en las radiografías (KANES, 1970).

El contenido en fósiles es relativamente abundante y es normal encontrar conchas y restos de plantas. La bioturbación es intensa y abundante (COLEMAN y GAGLIANO 1965, ALLEN 1970...) pero REINECK y SINGH (1973) la consideran limitada a algunas zonas. Suelen encontrarse madrigueras y pistas bien conservadas (ALLEN 1970).

El color suele ser gris verdoso, o pardo-rojizo, según los casos.

COLEMAN y GAGLIANO (1965, tabla I) reseñan, entre otros, los caracteres de los sedimentos de plataforma ligados a deltas y con aportes detríticos deficientes, es decir, ricos en carbonatos. Resumidamente son: estratificación gruesa, en la que la potencia de los estratos es superior a 20 cm., los raros restos de plantas están finamente divididos, y son abundantes los restos de conchas y los *burrows*, tanto de gran tamaño como pequeños. No se encuentra ningún otro tipo de estructura.

No es necesario insistir en la semejanza de estos rasgos con los descritos para la Formación de Nablanka.

La hay, asimismo, con los del río Guadalupe, que DONALDSON, MARTÍN y KANES (1970) ofrecen tanto en la descripción como en las fotografías ilustrativas de testigos de sondeos.

KANES (1970, tabla 4), indica las características de los diferentes ambientes del delta del Río Colorado. En él los sedimentos más alejados del prodelta, cambian a los de la Bahía de Matagorda, que hace las veces de plataforma.

La semejanza es también notoria en esta ocasión, pues las únicas diferencias apreciables son la ausencia de pelets y de restos vegetales.

El contenido en carbonatos es mayor, en nuestro caso, que lo indicado por estos autores. FERM (1970) encuentra que una de las diferencias entre los depósitos deltaicos antiguos que ha estudiado y los actuales reside en el menor aporte detrítico de los antiguos.

La sedimentación deltaica está condicionada por una serie de factores (MORGAN 1970): régimen del río (referido especialmente a su capacidad de transporte y a su carga), procesos costeros, comportamiento estructural del área (movilidad o estabilidad de la misma) y clima.

El depósito de carbonatos en medios deltaicos depende de varias condiciones tanto de la desembocadura, como de la cuenca sedimentaria, litología de la cuenca de drenaje, clima, etc. (KUKAL, 1971).

Teniéndolos en cuenta, el depósito se efectuó en un clima cálido, en el que las aguas tenían una concentración más bien alta de carbonatos en disolución, lo cual indica que, muy probablemente, existían abundantes rocas carbonatadas en la cuenca de drenaje.

El aporte deltaico era, predominantemente, de tamaños finos. El área era inestable y sufrió una acusada subsidencia. Al Noreste se extendía una región, al parecer más estable, donde se depositaron las calizas de la Formación de Cañada Hermosa, con aguas poco profundas y agitadas.

Es evidente que, a lo largo del tiempo, los subambientes y facies asociadas migraron lateralmente. Esto explicaría la existencia de los diferentes niveles descritos en la serie tipo, según predominase la influencia marina o continental (deltaica). En el primer caso sedimentarían calizas y margocalizas y en el segundo materiales lutíticos.

III. 2.3.

En cuanto a la base del nivel 5 en el que se encuentran las asociaciones de estructuras, llama, en primer lugar, la atención el hecho de que aparezcan con tanta regularidad y con tendencia a asociarse en ciclos que comprenden graduación en la base y laminación paralela mucho mejor desarrollada. Su génesis puede suponerse ligada a fenómenos de tipo turbidítico, cuya roca resultante mostraría tan sólo las secuencias T_{a1e} o T_{1e} de BOUMA (1962), es decir, sería poco madura y depositada en las cercañas del origen de las corrientes o *proximal* (WALKER, 1967).

No obstante, hay que insistir en que estos materiales sólo cumplen parte de las condiciones que se estiman propias de las turbiditas (BOUMA 1962, NESTEROFF y HEEZEN 1963, KUENEN 1964, DZULYNSKI y WALTON 1965 ...), por lo que podría ser incorrecto hablar de turbiditas en sentido estricto. Parece lógico, sin embargo, que se deban a procesos con un régimen hidrodinámico del tipo del de las corrientes de turbidez (MIDDLETON 1970, WALKER 1970), aunque en ambientes carbonatados, con aportes constituidos esencialmente por detritus bioclásticos del tipo de las descritas por MEISCHNER (1964). LOMBARD (1972) recoge otros ejemplos de turbiditas calizas.

La existencia de turbiditas ligadas a deltas, ha sido tratada por diversos autores, algunos de los cuales aparecen resumidos en SELLEY (1970).

En la Formación de Nablanka, el alto contenido en fósiles marinos de los niveles que estamos considerando y la ausencia de restos de plantas u otros organismos terrestres, llevan a la conclusión de que las corrientes productoras no se deben a la acción directa de la fluvial. Se iniciarían en ambientes marinos someros y arrastrarían sus sedimentos hacia otros más profundos, caracterizados por depósitos más finos y de influencia deltaica. Estos desplomes son particularmente frecuentes en regiones sometidas a subsidencia, con una pendiente pronunciada del fondo y abundantes sedimentos sin consolidar, situados en un equilibrio muy precario. No se puede especificar, en nuestro caso, en qué sentido se movieron.

III. 3. *Reconstrucción paleogeográfica.*

En las páginas precedentes se han ido exponiendo las características sedimentarias de la Formación de Nablanka y se ha intentado llevar a cabo la interpretación para asimilarla a un ambiente (o ambientes) de depósito. Va a intentarse ahora encuadrar esos datos en un esquema geológico-regional, que proporcione un modelo de distribución de ambientes.

La procedencia de los sedimentos se ha intentado establecer a partir de la composición, texturas y estructuras. Los datos que se obtienen de ellas son de escaso interés. Puede ser de cualquier dirección.

Recordemos, como datos regionales más representativos, que los afloramientos de la Formación de Nablanka se alinean en una banda de dirección SW-NE, entre los calizos de la Formación de Cañada Hermosa al noroeste y el recubrimiento neógeno discordante y el cabalgamiento de unidades mesozoicas al sureste.

Hacia el Norte y Noroeste se han reconocido materiales eocénicos que indican exclusivamente mares someros (zona nerítica) (DABRIO 1972, GARCÍA HERNÁNDEZ, 1973). Los ambientes deltaicos de mayor influencia fluvial deberían situarse, precisamente, en las regiones cubiertas, en las que no serían observables. En este caso, las paleocorrientes medias procederían del Sur.

La distribución de contenidos y tamaños de grano de la fracción terrígena en las calizas de la Formación de Cañada Hermosa, sugieren un aporte desde regiones situadas al Sur de la Puebla de Don Fadrique, lo cual concordaría con la idea de un dispositivo deltaico cuya alimentación viniera del Sur.

En esa dirección y bajo el caparazón de materiales subbéticos y de Unidades intermedias mesozoicas, corrido hacia el Norte varias decenas de kilómetros, podrían estar situados los ambientes continentales.

Los afloramientos eocénicos pertenecientes a la Zona Subbética más cercanos, se encuentran en la actualidad a más de 10 km. de distancia hacia el Sur. Los integran facies calizas con organismos semejantes a los de esta región y, sobre todo, arenas blancas esencialmente finas, y algunas margas, por ejemplo, en Rambla de la Olivilla, Río Guardal y Marmolance (FOUCAULT, 1971). Estas facies marinas, someras, no están muy de acuerdo con el esquema de una cuenca sedimentaria uniforme, con la línea de costas situada muy al Norte, entre Pontones y Hornos (DABRIO, 1972), sino que indica, más bien, una gran complejidad ambiental debida a diferencias batimétricas, en su mayor parte de origen tectónico o halocinético.

A título de hipótesis se supone que parte de la región comprendida entre los afloramientos de las zonas Prebética y Subbética, en la actualidad cubiertos por el corrimiento, pudo quedar emergida durante el Eoceno medio y de su erosión resultó un depósito de influencia deltaica en una región más subsidente de la cuenca. La naturaleza carbonatada de los materiales

erosionados condicionaron, con el clima, la litología de los sedimentos. En algún momento se pudieron desarrollar fenómenos de naturaleza turbidítica que originaron las intercalaciones citadas en el nivel 5.

Como segunda hipótesis puede enunciarse un esquema paleogeográfico integrado por una región subsidente rodeada por otras más estables, todas ellas en régimen de plataforma continental. En ella se implantaría una sedimentación carbonatada y lutítica, sometida a fuerte bioturbación, indicadora de una gran densidad de organismos bentónicos. Eventualmente pudieron producirse fenómenos de tipo turbidítico. Los sedimentos obtenidos en ambos casos serían parecidos y la diferenciación entre ellos difícilmente realizable.

De todos modos, la necesidad de explicar el aporte masivo de sedimentos finos hasta un área deprimida dentro de la zona nerítica, a través de ella, en la que se están depositando carbonatos (bioesparruditas especialmente), cuya única fracción detrítica es de tamaño arena y no sobrepasa el 5 %, es un dato muy a tener en cuenta, si se considera tan sólo un área fuente situada muy al norte. No se han encontrado trazas de la región por la que este aporte pudo realizarse.

IV. CONCLUSIONES.

La interpretación sedimentaria de la Formación de Nablanc es problemática dada la escasez de estructuras sedimentarias.

De la comparación con los datos de sedimentación actual y en función, sobre todo, de la abundancia de estructuras debidas a organismos, se deduce su semejanza con los depósitos prodeltaicos más externos y de zona nerítica en relación con los mismos, íntimamente relacionados entre sí. La diferencia entre ambos es difícilmente realizable, especialmente en sedimentos antiguos.

A partir de los datos regionales se enuncia, como hipótesis más probable, la existencia de un sistema de tipo deltaico, situado al sur, en regiones cubiertas actualmente por materiales alóctonos, el cual proveía de sedimentos detríticos finos y carbonatados.

Otra posibilidad a tener en cuenta es la existencia de un área deprimida y subsidente rodeada, al menos hacia el Norte, por otra más estable. En la primera se depositan materiales lutíticos y carbonatados, intensamente bioturbados y en la segunda, carbonatos neríticos. Quedaría en el aire la forma en que se ha producido el aporte de tales masas de sedimentos detríticos finos.

BIBLIOGRAFÍA.

- ALLEN, J. R. L.
1965. Late Quaternary Niger Delta, and adjacent areas: sedimentary environments and lithofacies. *Am. Ass. Pet. Geol. Bull.*, **49**, 547-600.
1970. Sediments of the modern Niger Delta: a summary and review. En MORGAN (editor) Deltaic sedimentation, modern and ancient. *Soc. Ec. Pal. and Min. Tulsa. Spec. Pub.*, núm. **15**, 138-151.
- ALVAREZ SUÁREZ, R.
1973. *Estudio geológico-regional de un sector en los alrededores de Puebla de Don Fadrique, con especial interés en la Formación de Nablanc*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Granada (inédito), 145 pp.
- BOUMA, A. H.
1962. *Sedimentology of some flysch deposits*. Elsevier, Amsterdam, 168 pp.
- BRAITHWAITE, C. J. R. and TALBOT, M. R.
1972. Crustacean burrows in the Seychelles, Indian Ocean. *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 265-285.
- CHAMBRE SYNDICALE DE LA RECHERCHE ET DE LA PRODUCTION DU PÉTROLE ET DU GAS NATURAL (ed. M. GUBLER).
1969. *Essai de nomenclature et caractérisation des principales structures sédimentaires*. Ed. Technip. Paris, 291 pp.
- COLEMAN, J. M. and GAGLIANO, S. M.
1965. Sedimentary structures: Mississippi river deltaic plain. En MIDDLETON (editor). Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. *Soc. Ec. Pal. and Min. Tulsa. Spec. Pub.*, núm. **12**, 133-148.
- DABRIO, C. J.
1972. *Geología del Sector del Alto Segura*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 2 vol., 388 pp.
(in litt.) Mapa y memoria explicativa de la Hoja 22-36 (Santiago de la Espada). *MAGNA*.
- DONALDSON, A. C., MARTÍN, R. H. and KANES, W. H.
1970. Holocene Guadalupe Delta of Texas Gulf coast. En MORGAN (editor). Deltaic sedimentation, modern and ancient. *Soc. Ec. Pal. and Min., Tulsa. Spec. Publ.*, núm. **15**, 107-137.
- DZULYNSKI, S. and WALTON, E. K.
1965. *Sedimentary features of flysch and greywackes*. Núm. 7 de la serie develop. in Sediment. Elsevier Pub. Cob. Amsterdam, 274 pp.
- FERM, J. C.
1970. Allegheny deltaic deposits. En MORGAN (editor). Deltaic sedimentation, modern and ancient. *Soc. Ec. Pal. and Min., Tulsa. Spec. Pub.*, núm. **15**, 246-255.
- FISK, H. N., MCFARLAND, E., KOLB, C. R. y WILBERT, L. J.
1954. Sedimentary framework of the modern Mississippi Delta. *Journ. Sed. Petr.*, **24**, 76-99.
- FOUCAULT, A.
1971. *Étude géologique des environs des sources du Guadalquivir (Prov. de Jaén et Grenade, Espagne méridional)*. Tesis Doctoral. Univ. de Paris, 2 vol., 663 pp.
- GARCÍA HERNÁNDEZ, M.
1973. *Estudio geológico-regional del sector nororiental de Nerpio (Albacete)*. Tesis de Licenciatura. Univ. de Granada (inédito). 115 pp.
(in litt.) Características estratigráficas del Luteciense superior al Norte de Nerpio. *Rev. Esp. de Micropal.*
- GARCÍA MONDEJAR, J.
1970. *Estudio geológico-regional de los alrededores de Castril de la Peña (Granada)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Granada (inédito), 114 pp.

- GOULD, H. R.
1970. The Mississippi Delta complex. En MORGAN (editor). Deltaic sedimentation, modern and ancient. *Soc. Ec. Pal. and Min.* Tulsa, Spec. Pub. número 15, 3-30.
- HANTZSCHEL, W.
1962. Trace fossils and problematica. En MOORE (editor). Treatise on invertebrate Paleontology. Vol. W-Miscellanea. *Geol. Soc. Am. & Univ. of Kansas*, pp. 177-245.
- JEREZ-MIR, L.
1973. *Geología de la Zona Prebética, en la transversal de Elche de la Sierra y sectores adyacentes (provincias de Albacete y Murcia)*. Tesis Doctoral. Univ. de Granada. 2 vol., 750 pp.
- KANES, W. H.
1970. Facies and development of the Colorado River Delta in Texas. En MORGAN (editor), Deltaic sedimentation, modern and ancient. *Soc. Ec. Pal. and Min.* Tulsa, Spec., núm. 15, 78-106.
- KOLB, CH. R. and VAN LOPIK, J. R.
1966. Depositional environments of the Mississippi River Delta Plain-Southeastern Louisiana. En SHIRLEY (editor), Deltas, in their geologic framework. *Houston Geol. Soc.*, 17-61.
- KUENEN, PH. H.
1964. Deep sea sands and ancient turbidites. En BOUMA, A. H. y BROWER, A. (editores). Turbidites. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, 3-33.
- KUKAL, Z.
1971. *Geology of recent sediments*. Academic Press. Londres, 490 pp.
- LOMBARD, A.
1956. *Géologie sédimentaire. Les séries marines*. Masson et Cie. Paris, 722 pp.
1972. *Séries sédimentaires. Génèse-evolution*. Masson et Cie. Paris, 705 pp.
- MEISCHNER, K. D.
1964. Aliodapische kalke, turbidite in Riff-Nahen sedimentations becken. En BOUMA y BROWER (editores), Turbidites, núm. 3 de la serie Develop. in Sedim. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, 156-191.
- MIDDLETON, G. V.
1970. Experimental studies related to problems of flysch sedimentation. En LAJOIE (editor), Flysch sedimentology in North America. *Geol. Ass. of Canada, Spec. Pap.*, núm. 7, 253-272.
- MORGAN, J. P.
1970. Depositional processes and products in the deltaic environment. En MORGAN (editor), Deltaic sedimentation, modern and ancient. *Soc. Ec. Pal. and min.*, Tulsa. Spec. Pub., núm. 15, 31-47.
- NESTEROFF, W. D. y HEEZEN, B. C.
1963. Essais de comparaison entre les turbidites modernes et le flysch. *Rev. de Géogr. Phys. et Géol., Dynam.* vol. 5, núm. 2, pp. 116-117.
- PETTIJOHN, F. J. y POTTER, P. E.
1964. *Atlas and glossary of primary sedimentary structures*. Springer-Verlag, Berlín, 370 pp.
- POTTER, P. E. y PETTIJOHN, F. J.
1963. *Paleocurrents and basin analysis*. Springer Verlag. Berlín, 296 pp.
- REINECK, H. E. y SINGH, I. B.
1973. *Depositional sedimentary environments, with reference to terrigenous clastics*. Springer-Verlag. Berlín, 439 pp.
- RICCI LUCCHI, F.
1970. *Sedimentografia. Atlante fotografico delle strutture primarie dei sedimenti*. Ed. Zanichelli. Bologna, 288 pp.
- SEILACHER, A.
1967. Fossil behavior. *Scientific. American.*, 217, 72-80.
- SELLEY, R. C.
1970. *Ancient sedimentary environments. A brief survey*. Chapman & Hall. Ltd. Londres. 237 pp.
- WALKER, R. G.
1967. Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. *Journ. Sed. Petr.*, 37, 26-43.
- WALKER, R. G.
1970. Review of the geometry and facies organization of turbidites and turbidite-bearing basins. En LAJOIE (editor) Flysch sedimentation in North America. *Geol. Ass. of Canada. Spec. Pap.* 7, 219-251.
- WALTON, E. K.
1967. The sequence of internal structures in turbidites. *Scottish Journ. of Geol.*, 3, 306-317.

Recibido para su publicación el día 22 de marzo de 1974.